

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-158182

(43)Date of publication of application : 18.06.1990

(51)Int.CI.

H01S 3/08
H01S 3/0915
H01S 3/11

(21)Application number : 63-312671

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

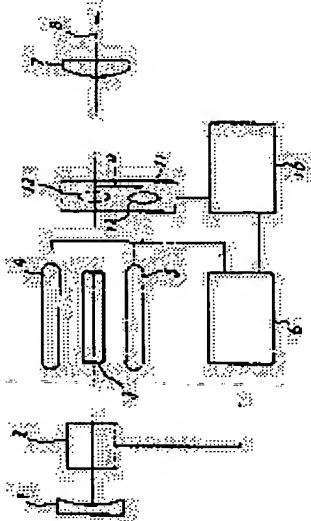
(22)Date of filing : 09.12.1988

(72)Inventor : ISHIMORI AKIRA
YAMAMOTO TAKU
FUJITA SHIGETO

(54) SOLID-STATE LASER DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To output laser beams having excellent parallelism and condensing properties regardless of the difference of the conditions of laser oscillation by installing a control mechanism conducting outputting to a moving lens arranged onto an optical axis on the output beam side of a laser rod in a resonator and a lens drive mechanism.



CONSTITUTION: A laser device is used in the power of two kinds A, B. Focal distances f_A , f_B by the thermal lens effect of a laser rod 3 under the conditions of both A, B are measured previously, and the laser device is adjusted so as to obtain the best beams under the conditions of the resonator A. The focal distance f_0 of a moving lens 12 employed is selected so that $1/f_A = 1/f_B + 1/f_0$ holds. In a lens control system 10, a lens drive mechanism 11 is operated so that the moving lens 12 is mounted outside the resonator under the conditions of A and at the position of 13 in a laser optical axis in the resonator under the conditions of B.

Accordingly, when the location of the moving lens 12 is brought close to the laser rod 13 sufficiently, focal distances synchronized by the lens are equalized approximately under the conditions of both A, B, thus acquiring laser beams excellent in approximately the same extent.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑱ 公開特許公報 (A)

平2-158182

⑤Int.Cl.⁵H 01 S 3/08
3/0915
3/11

識別記号

庁内整理番号

⑩公開 平成2年(1990)6月18日

7630-5F
7630-5F
7630-5FH 01 S 3/08
3/091Z
J

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

④発明の名称 固体レーザ装置

②特 願 昭63-312671

②出 願 昭63(1988)12月9日

③発明者 石 森 彰	兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社 中央研究所内
③発明者 山 本 卓	兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社 中央研究所内
③発明者 藤 田 重 人	兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社 中央研究所内
④出願人 三菱電機株式会社	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
④代理人 弁理士 大岩 増雄	外2名

明細書

1. 発明の名称

固体レーザ装置

2. 特許請求の範囲

(1) レーザ光を発振するレーザ発振器、レーザロッド、このレーザロッドを励起するフラツシュランプ、共振器を構成するレンズ、上記共振器内の上記レーザロッドの出力光側の光軸上に配置し得る可動レンズ、及びこの可動レンズを移動するレンズ駆動機構を備えた固体レーザ装置。

(2) レーザ光を発振するレーザ発振器、レーザロッド、このレーザロッドを励起するフラツシュランプ、共振器を構成するレンズ、上記共振器内の上記レーザロッドの出力光側の光軸上に配置し得る可動レンズ、この可動レンズを移動するレンズ駆動機構、熱レンズ効果によって生ずる上記レーザロッドの焦点距離を検出する検出器、この検出器からの出力に応じて上記可動レンズの移動情報を決定し、上記レンズ駆動機構に出力する制御機構を備えた固体レーザ装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は固体レーザ装置に関し、特にフラツシュランプ励起による固体レーザ装置のレーザロッドの熱レンズ効果を補償する機構に関するものである。

〔従来の技術〕

第6図(a)は非安定型共振器を持つ従来のQスイッチ固体レーザ装置を示す構成図である。図において、(1)は全反射凹面鏡、(2)はレーザ光を発振するレーザ発振器で、例えばQスイッチ、(3)はレーザロッド、(4)、(5)はレーザロッド(3)を励起するフラツシュランプ、(6)はレーザ電源、(7)は出力鏡、(8)はレーザビームであり、正面から見た時のレーザビームのビームパターン(9)を第6図(b)に示す。

次に動作について説明する。フラツシュランプ(4)、(5)からの光によってレーザロッド(3)が励起され反転分布が生じる。レーザロッド(3)は冷却されており、周辺部の温度より中心部の温度が高いためレーザロッド(3)内に屈折率分布が生じ、熱レン

ズ効果が現れる。出力鏡(1)は中心部に全反射コーティング、周辺部に無反射コーティングを施した凸面鏡であり、全反射鏡(1)とともに非安定型の共振器を構成している。レーザビーム(8)は周辺部の無反射コーティングを施した部分から出力されるため、ビームパターン(9)に示すようにドーナツ状となる。Qスイッチ(2)は通常オフ状態で発振を止めており、レーザロッド(3)の反転分布が最大になつたときに急速にオンとしてジャイアントパルスを発生する。

発振効率を上げ、平行性、集光性のよいビームを得るには共振器をうまく設計する必要がある。例えば雑誌〔Optics Communications (Vol.21, No.1, April 1977)〕に掲載されたNd:YAGレーザの例によると、出力鏡(1)の曲率を-50cm、等価的なフレネル数を1.5とした時に、損失が極小となるためには、共振器長が64mm、全反射鏡(1)の曲率が300cm、レーザロッド(3)の熱レンズ効果による焦点距離が約437cmであればよいとされている。この雑誌による例ではフラッシュランプ入力を500

構成するレンズ、共振器内のレーザロッドの出力光軸上に配置し得る可動レンズ、及びこの可動レンズを移動するレンズ駆動機構を備えたものである。

また、レーザ光を発振するレーザ発振器、レーザロッド、このレーザロッドを励起するフラッシュランプ、共振器を構成するレンズ、共振器内のレーザロッドの出力光軸の光軸上に配置し得る可動レンズ、この可動レンズを移動するレンズ駆動機構、熱レンズ効果によつて生ずるレーザロッドの焦点距離を検出する検出器、この検出器からの出力に応じて可動レンズの移動情報を決定し、レンズ駆動機構に出力する制御機構を備えたものである。

〔作用〕

この発明における可動レンズは、レンズ駆動機構によつてその位置を移動したり、光軸上からはずすことが可能であり、色々のレーザ発振条件に対しても熱レンズ効果の焦点距離が変化しても、適当なレンズを光軸上に設置してその焦点距離を調

W(50J, 10pps)にした時に、レーザロッド(3)の焦点距離437cmが得られている。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来の固体レーザ装置は以上のように構成されているので、フラッシュランプの入力パワーやバルスのくり返し周波数を変えると、レーザロッドの熱レンズ効果による焦点距離も変わり、レーザ出力を制御する最も適切なレーザビームを得る共振器の条件からはずれ、レーザビームの平行度や集光性が悪くなるなどの問題点があつた。

この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、くり返し周波数やフラッシュランプ入力パワーなどのレーザ発振条件の違いにかかわらず、平行度や集光性のよいレーザビームを出力できる固体レーザ装置を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明に係る固体レーザ装置は、レーザ光を発振するレーザ発振器、レーザロッド、このレーザロッドを励起するフラッシュランプ、共振器を

節することができる。

また、検出器と制御機構は、レーザ電源の設定や自然放出光の空間分布などからレーザロッドの熱レンズ効果を評価し、この熱レンズ効果の程度に応じて適当なレンズを光軸上の適当な位置に設置する。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図はこの発明の一実施例による固体レーザ装置を示す構成図であり、図において、aは可動レンズの挿入の有無を決定するレンズ制御機構を構成するレンズ制御系であり、bは可動レンズを共振器内に挿入するレンズ駆動機構、cはレンズが共振器内へ挿入される位置を表わしている。

図中、矢印aは可動レンズの移動方向を示している。

次に動作について説明する。このレーザ装置は例えば主にA, Bの2種類のパワーで使用するものとする。まず、あらかじめA, B双方の条件下

でのレーザロッド④の熱レンズ効果による焦点距離 $f_{\text{A}}, f_{\text{B}}$ を測定しておき、共振器は A の条件で最も良のビームが得られるように調整する。使用する可動レンズ⑧の焦点距離 f_0 は $\frac{1}{f_0} = \frac{1}{f_{\text{A}}} + \frac{1}{f_{\text{B}}}$ が成り立つように選定する。

レーザ電源⑥で A, B のどちらかの条件を選択すると、その信号がレンズ制御系⑨に送られる。レンズ制御系⑨では A の条件とときには可動レンズ⑧が共振器外に、B の条件のときには共振器内のレーザ光軸中⑩の位置に設置されるようにレンズ駆動機構⑪を動作させる。レンズの設置が終わつた後、レンズ制御系⑨よりレーザ電源⑥へ信号が送られ、レーザ発振が行われる。

挿入される可動レンズ⑧の位置がレーザロッド④に十分近いならば、A の条件での熱レンズ効果の焦点距離 f_{A} と、B の条件での熱レンズ効果と挿入したレンズの合成した焦点距離がほぼ同じとなり、A, B どちらの条件下でも、ほぼ同程度良質なレーザビームが得られる。

上記実施例では可動レンズを例えば 1 個用いた

ンズ位置の設定を行なつたが、レーザ光軸⑧外に洩れ出る自然放出光をもとに熱レンズ効果の焦点距離を測定して、その結果によつてレンズ位置の設定を行なつてもよい。第 4 図は 2 つの光検出器⑩, ⑪を用いる例で、まずレーザ発振条件を設定し Q スイッチ⑫をオフにしてレーザ発振を止めた状態でフラッシュランプ⑬, ⑭を発光させて自然放出光を測定する。熱レンズ効果によつて自然放出光の空間的な発光分布が変わるので、2 つの光検出器⑩, ⑪に到達する光量の絶対値や比が変わる。この 2 つ検出器⑩, ⑪の出力から熱レンズ効果評価部⑮で焦点距離を算定して、その結果によつてレンズ制御系⑨でレンズの選択およびレーザ光軸⑧内への出し入れを決定し、レンズ駆動機構⑪によりレンズが設定された後、Q スイッチ⑫をオン状態にしてレーザ発振を行う。このように光検出器⑩, ⑪によつて自然放出光を検出して熱レンズ効果の焦点距離を測定すれば、高精度で応答性の良く染光できる。

また、さらに他の実施例による固体レーザ装置

ものを示したが、複数個用いても良く、この場合色々の発振条件に対応することができる。例えば第 2 図はそれ異なる焦点距離を持つ 3 つの可動レンズ⑧, ⑩, ⑪を用いた例であり、最大 8 回りの発振条件に対応することができる。

また、上記実施例では可動レンズ⑧をレーザ光軸⑧上に出し入れする場合について示したが、複数個のレンズを常にレーザ光軸中に置き、発振条件に応じてレンズ間の距離を変化させてもよい。第 3 図は凹レンズ⑧と凸レンズ⑩を組合わせ、凸レンズ⑩を移動させて焦点距離調整を行う例である。例えば凹レンズ⑧の焦点距離を -100mm、凸レンズ⑩の焦点距離を 100mm とすると、2 つのレンズ間を矢印 b 方向に 0 mm から 100mm まで変えることで合成された焦点距離を無限大から約 1 m まで変化させることができる。この場合レーザの発振条件に対応してレンズ間距離を変えることにより、連続的に調整することができる。

また、上記実施例ではレーザ電源⑥での発振条件の設定値によってレンズの出し入れあるいはレ

を第 5 図に示す。第 5 図において、①は照準光用の例えは可視光を発振するレーザ発振器、②はコリメータ、③は照準用のレーザビーム、④は照準光の一部を反射し、固体レーザのレーザビームを通過するビームスプリッタである。この実施例は、レーザ発振器①で照準用のレーザビーム③を発振して共振器に導入すると、照準光が熱レンズ効果により染光されることを利用している。即ちビームスプリッタ④で照準光の一部を反射して光検出器⑤, ⑥で検出し、この照準光によつて熱レンズ効果による焦点距離を測定するようしている。

なお、可動レンズの枚数や、光検出器の種類は上記実施例に限るものではない。以上非安定型 Q スイッチレーザについて述べたが、安定型の共振器や連続発振のレーザでもよく、上記実施例と同様の効果を奏する。

(発明の効果)

以上のように、この発明によれば、レーザ光を発振するレーザ発振器、レーザロッド、このレーザロッドを励起するフラッシュランプ、共振器を

構成するレンズ、共振器内のレーザロッドの出力光側の光軸上に配置し得る可動レンズ、及びこの可動レンズを移動するレンズ駆動機構を備えることにより、種々のレーザ発振条件に対して、平行度や集光性の良いレーザビームを出力できる固体レーザ装置が得られる効果がある。

また、上記発明に結合して、熱レンズ効果によって生ずるレーザロッドの焦点距離を検出する検出器、この検出器からの出力に応じて可動レンズの移動情報を決定し、レンズ駆動機構に出力する制御機構を備えることにより、種々のレーザ発振条件に対して、平行度や集光性の良いレーザビームを高精度で応答性よく出力できる固体レーザ装置が得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

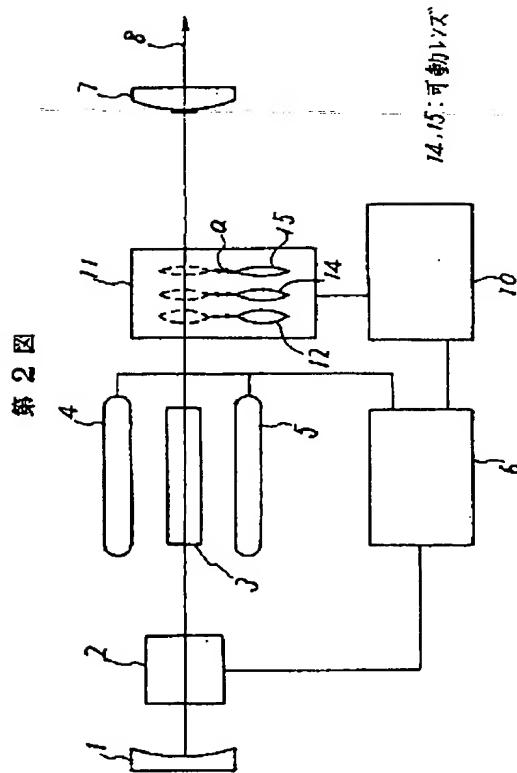
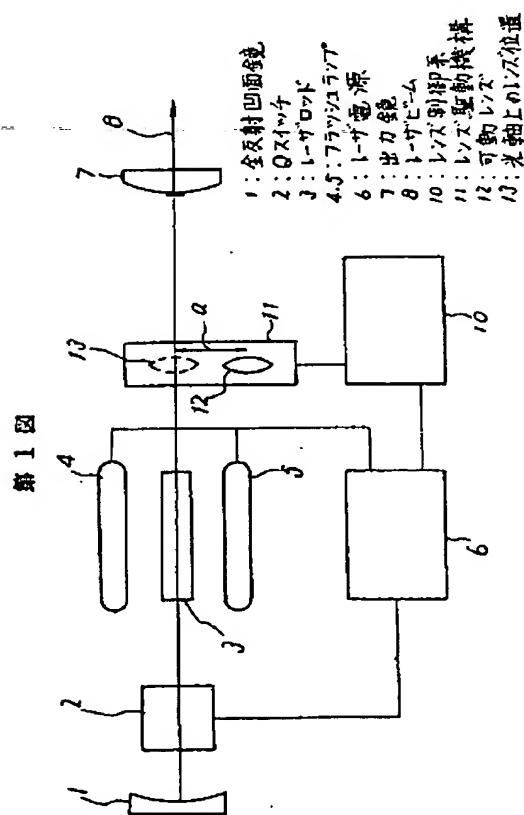
第1図はこの発明の一実施例による固体レーザ装置を示す構成図、第2図～第5図はそれぞれこの発明の他の実施例による固体レーザ装置を示す構成図、第6図(a)は従来の固体レーザ装置を示す構成図、第6図(b)は第6図(a)に示す装置で得られ

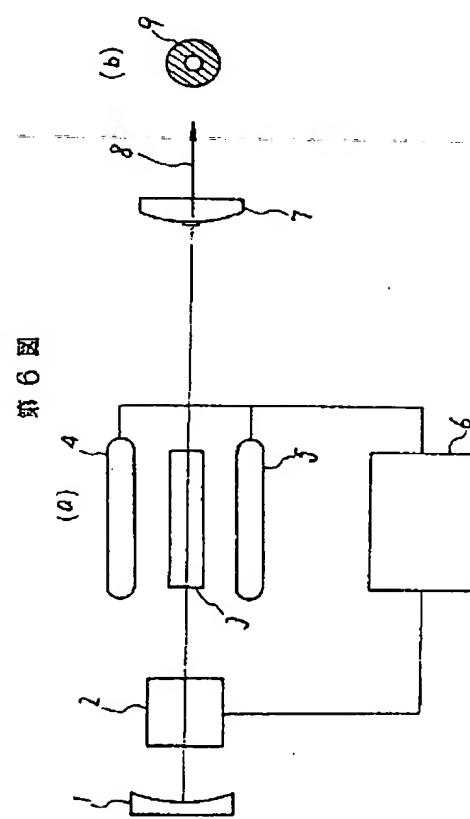
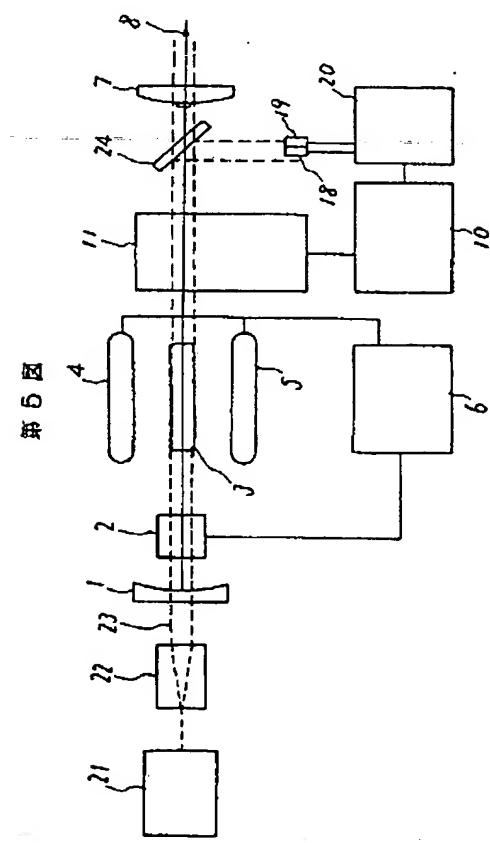
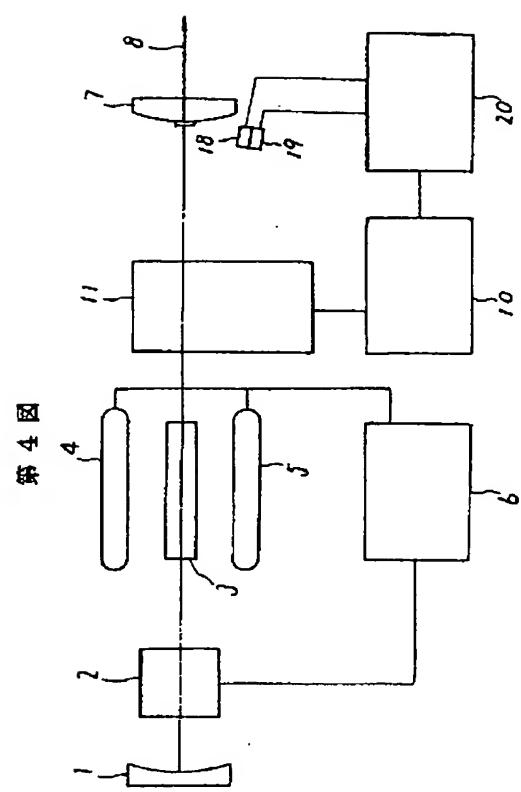
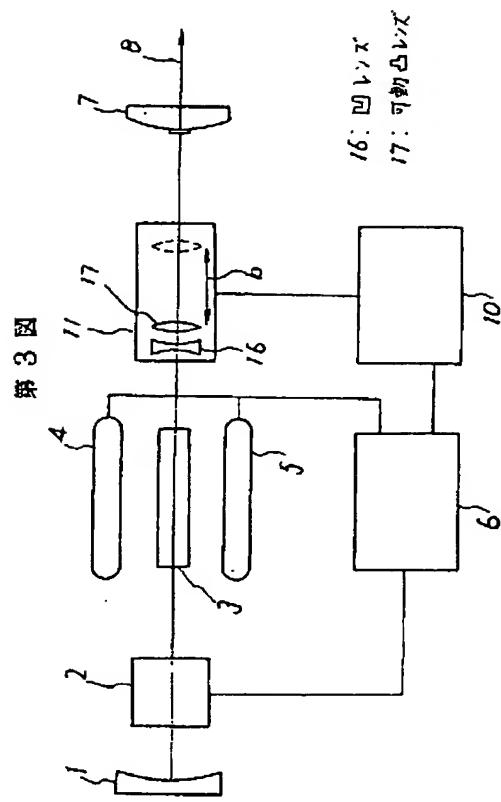
るレーザビームを示すパターン図である。

(1)は全反射凹面鏡、(2)はQスイッチ、(3)はレーザロッド、(4), (5)はフラッシュランプ、(6)はレーザ電源、(7)は出力鏡、(8)は固体レーザのレーザビーム、(9)は固体レーザの出力ビームパターン、(10)はレンズ制御系、(11)はレンズ駆動機構、(12)は可動レンズ、(13)はレンズをレーザ光軸上に入れたときの位置、(14)は可動レンズ、(15)はレーザ光軸上に固定された凹レンズ、(16)はレーザ光軸上で移動する凸レンズ、(17)は光検出器、(18)は熱レンズ効果評価部である。

なお、同一符号は同一、又は相当部分を示す。

代理人 大岩増雄





手 続 楠 正 書(自発)
平成 13 年 3 月 2 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 63-312671 号

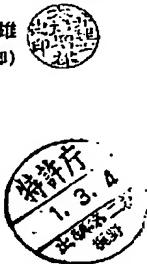
2. 発明の名称 固体レーザ装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
住所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
名称 (601) 三菱電機株式会社
代表者 志岐 守哉

4. 代理人
住所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
氏名 (7375) 弁理士 大岩 増雄
(連絡先03(213)3421特許部)

方 式 査 番



(9) 同第11頁第1行の「レンズ」を「ミラー」に訂正する。

7. 添付書類の目録

補正後の特許請求の範囲を記載した書面 1通
以 上

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲及び発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を別紙のとおりに訂正する。

(2) 明細書第2頁第10行～第11行の「レーザ光を～Qスイッチ」を「Qスイッチ」に訂正する。

(3) 同第4頁第18行～第19行の「レーザ光を発振するレーザ発振器」を「Qスイッチ」に訂正する。

(4) 同第5頁第1行の「レンズ」を「ミラー」に訂正する。

(5) 同第5頁第5行の「レーザ光を発振するレーザ発振器」を「Qスイッチ」に訂正する。

(6) 同第5頁第7行の「レンズ」を「ミラー」に訂正する。

(7) 同第9頁第19行の「性の良く集光」を「性良く開散」に訂正する。

(8) 同第10頁第18行～第19行の「レーザ光を発振するレーザ発振器」を「Qスイッチ」に訂正する。

特許請求の範囲

(1) レーザ光を発振するレーザ発振器、レーザロッド、このレーザロッドを励起するフラツシュランプ、共振器を構成するミラー、上記共振器内の上記レーザロッドの出力光側の光軸上に配置し得る可動レンズ、及びこの可動レンズを移動するレンズ駆動機構を備えた固体レーザ装置。

(2) レーザ光を発振するレーザ発振器、レーザロッド、このレーザロッドを励起するフラツシュランプ、共振器を構成するミラー、上記共振器内の上記レーザロッドの出力光側の光軸上に配置し得の可動レンズ、この可動レンズを移動するレンズ駆動機構、熱レンズ効果によつて生ずる上記レーザロッドの焦点距離を検出する検出器、この検出器からの出力に応じて上記可動レンズの移動情報を決定し、上記レンズ駆動機構に出力する制御機構を備えた固体レーザ装置。